

The background of the cover is a composite of two astronomical images. The top half shows a wide, edge-on view of a galaxy with a bright central bulge and a diffuse, glowing disk. The bottom half shows a vibrant nebula with a mix of red, blue, and white colors, featuring a prominent dark, silhouetted structure resembling a horse's head (the Horsehead Nebula).

# LA BELLE HISTOIRE DES MERVEILLES DE L'UNIVERS

Jean-Yves Daniel  
et Alain Riazuelo

**B**





1773

Découverte d'une nébulosité  
par Charles Messier

1845

William Parsons découvre  
sa structure spirale

1925

Edwin Hubble montre  
qu'il s'agit d'un objet  
extragalactique

# Maelstrom cosmique

Dans le vaste bestiaire des galaxies\*, les plus connues et les plus emblématiques sont les galaxies dites spirales. Ce sont de vastes concentrations d'étoiles se présentant sous la forme d'un disque aplati. De ce disque, on remarque surtout deux bras, parfois plus, s'éloignant majestueusement du centre en spiralant vers l'extérieur. Mais, attention, l'impression visuelle laissée par ces bras est trompeuse. En réalité, si les étoiles semblent plus nombreuses dans les bras qu'ailleurs, ça n'est en réalité pas le cas. Les bras, qui se déplacent au cours du temps autour de la galaxie, sont en fait les lieux où les étoiles se forment. Or, parmi les étoiles nouvellement formées s'en trouvent quelques-unes qui sont à la fois très brillantes, très éphémères, et très peu nombreuses. Toutefois, et malgré leur rareté, leur éclat est tel qu'il domine celui des centaines de milliards d'étoiles plus ordinaires que possède une galaxie. Une galaxie spirale voit donc sa luminosité dominée par l'éclat des étoiles les plus brillantes, nées récemment et presque toujours situées dans les régions de formation d'étoile, zones assez éphémères qui se font et se défont au rythme du mouvement des bras spiraux.

Les zones de formation\* d'étoiles possèdent d'importantes quantités de gaz. Quand les étoiles y naissent en abondance, certaines d'entre elles, les plus brillantes, illuminent le gaz environnant qui prend bien souvent une lueur rougeâtre. Celui-ci, combinée à la couleur blanc bleuté des plus lumineuses des jeunes étoiles, constelle la galaxie de zones plus ou moins rosées, qui tracent la position des bras.

Le gaz des galaxies suit un cycle complexe. Il disparaît à mesure qu'il forme des étoiles mais, quand celles-ci arrivent en fin de vie, elles en restituent une partie au milieu interstellaire. Par ailleurs, du gaz est aussi capté par les galaxies au gré de leur mouvement dans l'Univers. Toutefois, le bilan global est négatif : il y a de moins en moins de gaz disponible et le rythme des naissances stellaires ralentit peu à peu. Il s'est déjà définitivement arrêté dans les galaxies elliptiques.



Dessin par William  
Parsons dit Lord  
Rosse, publié en 1850.

La galaxie M51,  
également appelée pour  
des raisons évidentes  
galaxie du Tourbillon,  
fait partie des galaxies  
spirales relativement  
proches de notre Voie  
lactée. Vue presque  
exactement de dessus,  
elle possède des bras  
spiraux très esthétiques.

## À LIRE AUSSI

► Zoom : Bestiaire galactique (P.262-263)

► Zoom : Interactions galactiques (P.278-279)



1915

Relativité générale  
d'Einstein

1929

Loi de Hubble-Lemaître

1930

Naissance de  
la cosmologie

# Les grands de la révolution cosmologique

En 1915, **Albert Einstein** (1879–1955) établit la relativité générale\*, théorie géométrique de la gravitation, dont les équations lient la courbure de l'espace-temps à son contenu matériel et qui peut s'appliquer à l'Univers dans son ensemble.

En second lieu, la cosmologie\* s'appuie sur l'observation de l'expansion universelle. La résolution des équations d'Einstein montre que l'Univers est soit en expansion, soit en récession, ce qu'Einstein, partisan d'un Univers éternel et statique, refusait par principe. En effet, des astronomes américains, dont **Edwin Hubble** (1889–1953), ont détecté des vitesses de récession de nébuleuses, désormais reconnues comme extragalactiques, proportionnelles à leur distance. Une loi que le chanoine **Georges Lemaître** (1894–1966) est le premier en 1927 à établir, mais dans une publication en français, et affirmer que cette expansion est réelle et se déduit des équations d'Einstein. Mais c'est Hubble qui en 1929 se voit attribuer la paternité de la loi, éponyme au départ. Désormais appelée loi de Hubble-Lemaître\*, elle sert d'indicateur de distance pour des objets lointains dont la vitesse est obtenue par leur décalage spectral\*.

En 1931, Einstein accepte l'expansion de l'Univers\* en reconnaissant son tort (provisoire) d'avoir introduit une constante dite cosmologique dans ses équations pour rendre l'Univers statique. En revanche, il reste sceptique devant la théorie de Lemaître de «L'atome primordial», dont ce qui reste aujourd'hui de plausible est l'existence d'une phase initiale extraordinairement dense et chaude. L'appellation, ironique au départ, de «Big Bang\*» est désormais acceptée et Lemaître peut se voir en attribuer la paternité.

Le principe cosmologique, qui affirme l'isotropie et l'homogénéité de l'Univers, et donc l'absence de point de vue privilégié, glas de l'anthropocentrisme, complète la relativité générale et l'expansion universelle pour établir dans les années 1930 la cosmologie en discipline scientifique à part entière, dédiée à un objet d'étude en soi, l'Univers.



Edwin Hubble.

Albert Einstein et  
Georges Lemaître  
en 1933.

## À LIRE AUSSI

- ▶ Beauté elliptique (P.264-265)
- ▶ La Toile cosmique (P.286-287)
- ▶ Zoom : La première lumière du monde (P.290-291)







# Bestiaire galactique

En 1936, Edwin Hubble classe les galaxies\* en : *elliptiques*, de E0 (circulaires) à E7 (étirées) en fonction de leur ellipticité\* ; *spirales* S (ordinaires) et SB (barrées) avec ajout de lettres a, b, c à mesure que les bras (serrés, intermédiaires, ouverts) s'écartent du bulbe central ; entre les deux, les *lenticulaires* S0, avec bulbe brillant et disque mais sans bras. Hubble classe à part les galaxies *irrégulières*, sans forme définie.

Hubble pense que, des elliptiques aux spirales, on tient une séquence évolutive, alors que les connaissances actuelles militent pour l'inverse, les collisions impliquant spirales et irrégulières, qui sont plutôt riches en étoiles jeunes et en matière interstellaire, conduisant à la formation d'elliptiques pauvres en cette matière et riches en étoiles plutôt vieilles, avec des orbites aléatoires.

En 1945, Gérard de Vaucouleurs complète la séquence de Hubble en introduisant des galaxies spirales intermédiaires SAB, faiblement barrées. Il ajoute la lettre d en cas de bras fracturés et m s'il n'y a pas de bulbe. Il nomme Im les galaxies très irrégulières.

---

**Le Quintette de Stephan, mini-bestiaire en soi.**  
La galaxie spirale en bas à gauche, NGC 7320, est en fait une galaxie spirale naine de type Sa, située à 40 millions d'années-lumière\*, alors que les quatre autres sont à 300 millions d'années-lumière. À droite figure la galaxie elliptique NGC 7317, de type E4. Au centre, deux galaxies sont en interaction prononcée, une elliptique (à droite), NGC 7318a, de type E2, fusionnant avec une spirale barrée, NGC 7318b, de type SBb. En haut à gauche figure une spirale barrée, NGC 7319, de type SBb, dont les bras subissent les effets de marée de ses deux voisines.

1936

ESO 325-G004,  
une galaxie elliptique  
éminente

2005

Détection de l'effet de  
lentille gravitationnelle

2018

Validation de la relativité  
générale

# Beauté elliptique

ESO 325-G004 est un membre éminent de la catégorie des elliptiques définie par Hubble dans sa classification de 1936. Les galaxies\* elliptiques ne présentent pas de structure interne marquée. Elles ne présentent pas non plus de mouvement d'ensemble évident, comme la rotation des spirales, les trajectoires des étoiles étant essentiellement aléatoires. Elles ont peu de matière interstellaire, qu'il s'agisse de gaz ou de poussières, et de ce fait ne présentent pas de formation d'étoiles importante, d'où une proportion importante d'étoiles âgées, notamment dans les nombreux amas globulaires\*. Ces propriétés sont compatibles avec l'hypothèse que les elliptiques sont le terme des rencontres galactiques.

Les elliptiques présentent une grande diversité de dimensions et de spectres\*, des naines bleues compactes aux géantes, des « monstres » qui règnent au cœur des amas de galaxies\*, à l'instar de M87 au sein de l'amas de la Vierge, dépassant le million d'années-lumière\* de dimension, signe d'un cannibalisme galactique efficace.

ESO 325-G004, reine de l'amas Abell S0740, est située à une distance de 465 millions d'années-lumière dans la constellation du Centaure, ce qui, pour une galaxie elliptique géante, constitue une distance relativement proche. D'où l'intérêt tout particulier présenté par cette galaxie dans le domaine de la science fondamentale : en raison de sa masse, elle est la plus proche lentille gravitationnelle connue de la taille d'une galaxie. En effet, ESO 325 joue ce rôle à l'égard d'une galaxie bleue d'arrière-plan, un effet qui dépend peu de la matière noire en raison de la proximité de l'image de la galaxie bleue avec ESO 325. Si bien que l'on peut déduire de cet effet la masse lumineuse d'ESO 325 par application de la relativité générale\*. D'un autre côté, cette masse peut être estimée à partir de l'étude des positions et des mouvements des étoiles de la galaxie, ce qu'ont réussi à faire de façon conjointe en 2018 *Hubble* et le VLT (*Very Large Telescope*) de l'ESO au Chili. L'accord très satisfaisant des deux valeurs a constitué une nouvelle validation éclatante de la relativité générale d'Einstein.

Image par *Hubble* de la galaxie elliptique géante ESO 325-G004 trônant au sein de sa cour de galaxies, l'amas Abell S0740.

## À LIRE AUSSI

- ▶ Les grands de la révolution cosmologique (P.260-261)
- ▶ Zoom : Bestiaire galactique (P.262-263)
- ▶ Zoom : Voir loin, et l'invisible (P.284-285)





De sa longue histoire, l'Univers nous a légué myriades de galaxies, étoiles, planètes et autres nébuleuses qui par leur beauté incomparable sont autant de cadeaux faits à celles et ceux qui observent le ciel.

C'est au plaisir unique de cette exploration que les auteurs vous convient, depuis les temps anciens — où l'Homme a commencé à lever la tête vers les étoiles — jusqu'aux plus récentes observations du nouveau télescope spatial James Webb, dont ce livre magnifiquement illustré vous offre les toutes premières images.

**Un incroyable voyage à travers l'immensité du cosmos.  
L'Univers comme vous ne l'avez jamais vu !**

29,90 €

ISBN : 978-2-8073-3986-6

